

LES EFFETS DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION SUR LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE : LE CAS DE LA TUNISIE

Adel BEN YOUSSEF* et Hatem M'HENNI**

***Résumé** - Cet article examine l'impact des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur la croissance des pays en développement en général et sur l'économie tunisienne en particulier. Dans une première partie, nous discutons du rapport de causalité entre TIC et croissance. Cinq types de canaux par lesquels les TIC peuvent agir sur la croissance sont identifiés : l'effet multiplicateur d'investissement en TIC, "l'effet déflateur" qui traduit la baisse des prix dans le secteur des TIC, "l'effet capital deepening" qui concerne la substitution capital/travail suite aux investissements en TIC, "l'effet productivité globale des facteurs" et "l'effet qualité" qui traduit l'amélioration de la qualité et la variété des produits. Dans une seconde partie, nous tentons d'estimer la contribution à la croissance de la diffusion des TIC en Tunisie. Dans une troisième partie, nous montrons qu'actuellement seul l'effet multiplicateur d'investissement en TIC semble jouer. Une accélération de la croissance et des performances de l'économie tunisienne fondée sur les TIC peut passer à court terme par une meilleure prise en compte de l'effet déflateur.*

Mots-clés : CROISSANCE ÉCONOMIQUE, TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION, PRODUCTIVITÉ GLOBALE DES FACTEURS.

Classification du JEL : L15, L16, O31.

Nous tenons à remercier Bertrand Bellon, Maurice Catin, Patrick Musso, Ludovic Ragni, Alain Rallet et Fabrice Rochelandet pour leurs commentaires et suggestions. Toutes les erreurs ou omissions sont de la seule responsabilité des auteurs. Ce travail a bénéficié du soutien financier du programme CMCU (accord de coopération franco-tunisien) et de la Commission européenne à travers le programme FEMISE.

* ADIS, Faculté Jean Monnet, Université de Paris Sud, 54 bd Desgranges, 92331 Sceaux cedex et EDHEC Business School. adel.ben-youssef@jm.u-psud.fr.

** ADIS et École Supérieure des Sciences Économiques et Commerciales, 4 rue Abouzakaria el Hafsi, 1028 Montfleury, Tunis. hatem.mhenni@essec.rnu.tn.

INTRODUCTION

Les effets macro-économiques des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), notamment sur la productivité et le rythme de croissance, ont suscité un large débat en sciences économiques durant la dernière décennie, comme en témoignent les prises de position sur le paradoxe de la productivité¹. Du point de vue de l'analyse économique on peut distinguer trois positions. La première consiste à affirmer, sur la base des constatations établies aux États-Unis et dans certains pays de l'OCDE (Australie, Nouvelle Zélande, Canada), que les TIC jouent un rôle majeur dans l'accélération du potentiel de croissance économique des pays (Boudchon, 2002 ; Jorgensen et Stiroh, 2001 ; Jorgensen, 2001 ; Colecchia et Schreyer, 2001 ; Cette, Mairesse et Kocuglu, 2000 a, b et 2003 ; Oliner et Sichel, 2000 ; Gordon, 2002 ; Petit, 2003). La seconde position, qualifiée de "réservée", attribue davantage l'explication d'un supplément de croissance constaté dans certains pays de l'OCDE à la conjonction de nombreux facteurs qui prennent leur origine au début des années 80 : déréglementation des marchés, politique de stabilisation macro-économique efficace, maîtrise de l'inflation par les interventions des banques centrales, existence d'un marché du travail et de marchés de capitaux dynamiques, internationalisation des stratégies des firmes et mondialisation de l'économie... Les TIC seraient surestimés du point de vue de leur apport à la croissance (Bailey, 2002 ; Boyer, 2002 ; Gilles et L'horty, 2003 ; Gordon, 2003). Enfin, la troisième position part du constat que les effets macro-économiques des TIC sont tributaires de l'adoption d'actifs complémentaires tels que les innovations organisationnelles (Brynjolfsson et

¹ Le paradoxe de la productivité concerne la non-manifestation de gains de productivité au sein des économies modernes, alors même que l'adoption des ordinateurs n'a cessé d'augmenter (Solow, 1987). Diverses interprétations ont été suggérées pour l'expliquer. Pour certains ce paradoxe est lié à l'incapacité du système statistique à le cerner (Mairesse, 2003). Dès lors que des efforts substantiels ont été faits, des gains de productivité ont pu être observés, notamment aux États-Unis. Pour d'autres auteurs, le paradoxe de la productivité est lié à la non-adoption d'innovations complémentaires (Askenazy et Gianella, 2000 ; Greenan, L'horty et Mairesse, 2002). Dès lors que les firmes américaines ont modifié leurs pratiques organisationnelles, on a observé des gains de productivité importants. D'autres, encore affirment l'existence d'effets de seuil : il est nécessaire d'accumuler du capital TIC jusqu'à un certain seuil avant que les effets macro-économiques ne se manifestent. Pour un auteur comme Boyer (2002), l'accélération de la productivité, après une phase longue de ralentissement, prend son origine dans les années 80. Ceci confirme la thèse de l'absence de lien direct et synchrone entre TIC et accroissement de la productivité. Pour un résumé des positions des économistes sur le paradoxe de la productivité, nous invitons le lecteur à se reporter au texte de Triplett (1998).

Hitt, 2000 ; Gollac, Greenan et Hamon-Cholet, 2002 ; Bellon, Ben Youssef et Rallet, 2003), la modification du cadre institutionnel et réglementaire (Noll, 2000 ; Nordhaus, 2001), la modification des schémas incitatifs (Feldstein, 2003) ou encore des modes de gouvernance (Von Tunzelman, 2003).

Certains pays en voie de développement (PVD) considèrent qu'une adoption massive des TIC peut permettre un rattrapage "accéléré" des pays industrialisés. Les TIC pourraient être à l'origine d'une modification de leur rythme de croissance et d'une meilleure insertion dans la division internationale du travail. L'irruption de nouvelles technologies peut en effet permettre l'ouverture de "fenêtres" de re-spécialisation pour les pays à faible niveau de développement. Des opportunités nouvelles peuvent être saisies comme en témoigne la percée de la Chine dans l'industrie des ordinateurs et de l'Inde en matière des logiciels. Ainsi, certains pays ont entrepris des réformes importantes afin de faciliter la diffusion des TIC dans leur économie. Les institutions multilatérales chargées du développement semblent appuyer fortement ces politiques. Cependant, il nous paraît nécessaire de se poser la question du bien-fondé de ces politiques. En d'autres termes, dans quelle mesure les gains de productivité et de croissance qui peuvent être obtenus dans certains pays de l'OCDE sont-ils généralisables aux PVD ?

Dans une première partie, nous discutons du lien de causalité entre TIC et croissance en général et pour le cas des PVD en particulier. Dans une seconde partie, nous tentons d'évaluer la contribution à la croissance de la diffusion des TIC en Tunisie sur la période 1995-1999. Dans une troisième partie, nous montrons qu'actuellement seul l'effet multiplicateur d'investissement en TIC semble jouer en la matière. Une élévation du rythme de croissance de l'économie tunisienne fondée sur les TIC passe surtout par une meilleure prise en compte de l'effet déflateur.

1. LES EFFETS DES TIC SUR LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE

Au risque d'une simplification abusive, la littérature économique identifie cinq canaux de transmission complémentaires des TIC sur la croissance : l'effet multiplicateur dû à l'investissement en TIC, l'effet "déflateur" sur l'inflation suite à la baisse des prix dans le secteur des TIC et leur répercussion dans les autres secteurs, l'effet "capital deepening" traduisant une amélioration du rendement du travail suite à la substitution capital/travail, l'effet "qualité" traduisant l'amélioration des caractéristiques des TIC et, par effet ricochet, l'amélioration de la qualité de nombreux biens et services et enfin, l'effet "productivité globale des facteurs" : une accélération de la productivité suite à l'investissement en TIC.

1.1. Les effets multiplicateurs

Les outputs du secteur des TIC sont acquis par les entreprises comme des biens d'investissements et/ou comme des biens de consommation intermédiaire, mais également, comme biens de consommation finale. La forte croissance des équipements de la part des entreprises et des consommateurs en biens dérivés des TIC s'est traduite par une augmentation de la croissance économique globale. Le mécanisme principal sur lequel repose l'argument s'apparente à un multiplicateur d'investissement keynésien en ce qui concerne les TIC plus important que le multiplicateur d'investissement en matériel non TIC. Compte tenu de leur caractère générique (Helpman, 1998), les TIC semblent exercer des effets économiques plus importants sur le reste de l'économie. Pohjola (2002) définit un seuil critique du secteur TIC à partir duquel on constate l'apparition d'effets dynamiques et significatifs sur le reste de l'économie. Il pourrait se situer autour de 5 % du PIB. A titre d'exemple, aux États-Unis le secteur des TIC dépasse les 8 % du PIB alors qu'en France il atteint 5 %.

1.2. L'effet déflateur

Le second effet concerne l'impact de la baisse des prix propre aux TIC en général, et des prix des ordinateurs en particulier, sur le reste de l'économie. En effet, la baisse continue des prix dans le secteur des TIC et notamment celle liée à la baisse des prix des microprocesseurs a conduit les entreprises à accroître considérablement leur investissement en ce domaine. Derrière l'accélération du rythme de la productivité et de la croissance américaine, on trouve une accélération du rythme de la baisse des prix des ordinateurs et des équipements périphériques durant la période allant de 1996 à 1998. Alors que la baisse des prix s'effectuait à un rythme de 12 % par an entre 1987 et 1995 elle atteint 29 % par an sur la période 1996 à 1998. Cette baisse substantielle des prix des technologies de l'information a conduit les firmes américaines à sur-investir dans les TIC (Gordon, 2002, p. 22).

Les gains de productivité réalisés dans le secteur des TIC agissent sur le reste de l'économie comme un déflateur technologique, ils permettent de maîtriser l'inflation et/ou d'accroître les revenus réels et la croissance. A titre d'exemple, puisque le secteur des ordinateurs compte pour 1,4 % du PIB américain et que leurs prix ont chuté de 29 % sur la période 1996-1998 un simple calcul de règle de trois permet d'apprécier un effet déflateur de 0,37 %. Gordon estime que la contribution des ordinateurs à la croissance est essentiellement due à la maîtrise de l'inflation et qu'elle serait de l'ordre de 0,5 % par an en moyenne pour l'économie américaine. Dans une étude récente, Collecchia et Schreyer (2001) ont généralisé l'approche afin de calculer le déflateur technologique associé au TIC pour neuf pays de l'OCDE.

1.3. L'effet de substitution du capital au travail

Cet effet désigne l'augmentation relative de la part du capital comparativement au travail dans l'usage des inputs, où les TIC sont envisagées comme des technologies biaisées. Elles conduisent à favoriser le capital par rapport au travail et le travail qualifié par rapport au travail non qualifié (David, 2001 ; Jorgenson, 2001 ; Quah, 2001). En d'autres termes, le processus de croissance favorise l'accumulation du capital qui se traduit par une diminution du taux relatif d'emploi du facteur travail et par une augmentation de la part relative du facteur capital. L'intensité capitaliste (la part par salarié d'unités de capital) et la productivité augmentent. Gordon (2002) estime que deux tiers de l'accélération de la productivité américaine durant la période 1996-2001 est due à l'effet de substitution. Toutefois, il convient de signaler que le capital TIC est un capital à obsolescence rapide, contrairement aux autres formes de capitaux². Cette propriété nécessite donc un amortissement rapide et exige des entreprises une plus grande rentabilité.

1.4. L'effet qualité

Les technologies de l'information peuvent être associées à des augmentations touchant les composantes intangibles des outputs comme leur variété, la convenance des consommateurs et les services qui leur sont associés. L'effet apparent concerne l'enrichissement du contenu informationnel des biens et services incorporant des TIC. Elles augmenteraient la qualité et favoriseraient la différenciation des produits. Ces bénéfices permettraient d'améliorer l'effet d'utilité pour les consommateurs sans pour autant modifier ni le prix ni la quantité de produits incorporant des TIC. L'effet utilité est difficile à prendre en compte mais conditionne les résultats des travaux portant sur la question. Des efforts récents engagés par l'OCDE, sur le plan méthodologique, ont été entrepris afin d'améliorer la prise en compte de ces effets qualitatifs mais ils restent encore difficiles à cerner.

Différentes sources seraient à l'origine de l'augmentation du taux de croissance due aux effets d'amélioration de la qualité des produits induits par les TIC. Quatre d'entre-elles méritent d'être signalées, elles concernent : les

² Dans les estimations économétriques, le capital TIC est supposé se déprécier sur huit ans alors que le capital non TIC se déprécie sur douze ans. Pour Gordon (2002), l'accélération de la productivité calculée comme étant l'écart entre la productivité tendancielle et la productivité observée est de 0,86 %, l'effet "capital deepening" compte pour 0,60 %.

innovations portant sur les produits ou les effets de variété, la personnalisation des biens (versionning), les améliorations sensibles de la qualité des produits et des externalités positives générées par les TIC.

1.5. L'effet productivité globale des facteurs

De nature générique, les externalités liées aux TIC se sont largement diffusées dans l'ensemble de l'économie. Cette large diffusion permettrait d'accroître l'efficacité productive et le rythme du progrès technique. Ceci se traduit par un accroissement du résidu de Solow (la part de la croissance non expliquée par les facteurs de production séparément). L'accélération de la productivité globale des facteurs (PGF) aux États-Unis depuis 1996 est ainsi attribuée aux TIC. Ce constat traduit une meilleure complémentarité entre les facteurs travail et capital. Pour certains économistes comme Askenazy et Gianella (2000), Greenan et alii (2002), cette complémentarité passe par l'utilisation des innovations organisationnelles. Les TIC permettraient d'augmenter le progrès technique diffus. Par ailleurs, les PVD, contrairement aux pays industrialisés bénéficient d'un effet de structure positif. En effet, l'adoption des TIC par les PVD coïncide avec la transformation de leurs économies fondée au départ sur les ressources naturelles et sur l'agriculture à une économie plus fondée sur l'industrie. Ceci pourrait accentuer les gains de productivité.

Les cinq canaux principaux qui viennent d'être évoqués favorisent la transmission des performances des TIC au niveau macro-économique. La manifestation de ces effets dépend de la position du pays (producteur vs importateur de TIC) (Dirk et Lee, 2001), de sa taille (grand pays vs petit pays), de sa spécialisation internationale, de ses dotations factorielles initiales (Antonelli, 2003) et de la présence ou de l'absence d'actifs complémentaires (innovations organisationnelles, institutions, capital humain, incitations...). Chaque pays peut s'engager dans une trajectoire différenciée pour bénéficier des effets macro-économiques des TIC. Il serait illusoire d'effectuer des recommandations de politiques macroéconomiques pour les PVD en tentant de généraliser des recettes ayant porté leurs fruits ailleurs. Nous proposons à présent d'estimer économétriquement la contribution des TIC à la croissance tunisienne et de discuter de la manifestation des effets signalés.

2. CROISSANCE ET TIC : L'EXEMPLE DE LA TUNISIE

2.1. Les TIC dans l'économie tunisienne

Les études empiriques ayant pour objet d'évaluer l'impact des TIC sur la croissance économique se sont pour la plupart heurtées à des problèmes de

définition et de mesure³. Deux raisons principales expliquent cette difficulté : d'une part, le secteur des TIC présente des frontières floues, spécialement en ce qui concerne le domaine des télécommunications où l'éventail des produits et des services est important ; d'autre part, les résultats obtenus par les économètres varient en fonction des statistiques disponibles et des techniques économétriques utilisées.

L'OCDE a proposé récemment une définition du secteur TIC comme la somme de trois secteurs : le secteur informatique, le secteur électronique et le secteur des télécommunications (voir tableau n° 1).

Tableau n° 1 : Délimitation du secteur TIC

La filière informatique	La filière des télécommunications	La filière électronique
Machines de bureau Ordinateurs personnels Grands ordinateurs Serveurs Matériels de réseaux Périphériques Cartes	Equipements professionnels de transmission Commutateurs Relais Terminaux destinés aux usagers Câbles Fibres optiques	Composantes électroniques Semi-conducteurs Circuits imprimés Equipements de l'électronique grand public (téléviseurs, récepteurs radio, lecteurs de disques, magnétoscopes) Instruments de mesure Instruments de navigation Computers, Productique

Source : OCDE, 1999.

Dans les travaux empiriques, la définition du secteur a été souvent limitée aux sous-secteurs de l'informatique et/ou des télécommunications. Cette restriction est essentiellement due au manque de statistiques fiables sur une longue période. Nous nous bornerons dans cette étude au seul secteur des communications. En effet, dans le cas de la Tunisie, la production de matériel informatique est quasi-insignifiante et s'apparente davantage à du commerce de

³ Didier et Martinez (2000) distinguent deux définitions du secteur des TIC : une définition stricte et une définition large. La définition stricte regroupe les secteurs suivants : fabrication de machines de bureau et de matériel informatique + la fabrication de composants électroniques + la fabrication d'appareils d'émission et de transmission + la fabrication d'appareils de réception, enregistrement, ou de reproduction du son et de l'image + le secteur des télécommunications + les locations de matériel de bureau, les conseils en systèmes informatiques, les activités de réalisation de logiciels, de traitement de données, d'entretien et de réparation de matériel de bureau. La définition large regroupe les éléments précédents auxquels sont ajoutées les activités dites "de contenu" qui se rapprochent davantage du champ de l'information qu'à celui de la communication. En l'occurrence, il s'agit des éditions de livres, de journaux, de revues et périodiques et d'enregistrements sonores + les impressions de journaux + la publicité + la production de programmes de télévision, de films + les activités de radio + les agences de presse.

gros ou à des activités d'assemblage. Nous supposons que la valeur ajoutée du secteur des TIC peut être considérée comme équivalente à la valeur ajoutée du secteur de la communication.

Tableau n° 2 : Part de la valeur ajoutée de l'agriculture, de l'industrie, des secteurs TIC et hors TIC dans le PIB (%)

Année	VAagr/PIB	VAind/PIB	VAhtic/PIB	VAtic/PIB
1980	13,9	31,3	29,7	0,9
1990	13,4	29,5	32	1,3
1999	12,7	29,3	32,9	2,9

On peut constater à l'aide du tableau n° 2 que le poids de l'économie de l'information est faible, mais croît au cours des 20 dernières années en Tunisie. La part de ce secteur (évalué aux prix de 1990) a plus que triplé pendant cette période, elle est en effet passée de 0,9 % à 3 % du PIB en 2000. Les gains enregistrés par le secteur TIC sont du même ordre que celui du secteur des services en général, ils ont été réalisés au détriment relatif des secteurs agricoles et industriels.

Tableau n° 3 : Part et croissance des investissements et de la valeur ajoutée du secteur TIC

Année	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Itic/Itot	3,7	3,6	3,6	3,7	3,8	4,3	3,9	4,3	5,3	5,8
VAtic/PIB	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	3
CACE	-	3,85	5,61	6,91	4,6	7,33	3,95	7,1	7,4	5,28

Pendant la période 1991 à 2000, la part du produit TIC dans le PIB a plus que doublé, malgré une augmentation conséquente du PIB de 5 % en moyenne par an. Ceci a été rendu possible en raison d'une croissance rapide de 15 % de la valeur ajoutée du secteur des TIC. Durant la même période, l'évolution de la contribution du secteur des TIC à la variation du PIB (notée CACE dans le tableau n° 3), estimée par le rapport $\Delta V_{TIC}/\Delta PIB$, a été très fluctuante bien que le trend général soit croissant, surtout entre 1995-2000. Pendant la période allant de 1991 à 1995 la croissance a été de 5,2 % en moyenne par an alors qu'elle atteint 6,2 % au cours de la seconde moitié de cette même décennie, soit une augmentation de la contribution des TIC de 18,5 %.

2.2. La contribution des TIC à la croissance économique tunisienne : une illustration économétrique

D'un point de vue méthodologique, nous avons choisi d'évaluer la contribution des TIC à la croissance en Tunisie à partir d'une fonction de production Cobb-Douglas standard du type $Y = AK^\alpha L^\beta$. Dans cette expression A représente la productivité globale des facteurs dont la variation relative (le progrès technique) représente la partie de la croissance de la production non expliquée par les montants de capital et de travail. Toutefois, afin d'évaluer la contribution du secteur des TIC, nous avons décomposé le stock de capital en deux parties selon qu'il s'agit du secteur des TIC ou non. Cette distinction est adoptée dans la littérature économique consacrée (Jorgenson et Stiroh, 2000 ; Jorgenson, 2001 ; Gilles et L'Horty, 2003)⁴. La variable KTIC peut faire apparaître une élasticité spécifique et se caractérise en général par des taux de dépréciation du capital différents et par des salaires qui sont, dans le domaine des TIC, plus élevés que dans les autres secteurs.

La fonction de production élargie se présente de la manière suivante :

$$(1) \quad \text{Log } Y_t = \text{Log } A + \alpha_1 \text{LogKTIC}_t + \alpha_2 \text{LogKHTIC}_t + \beta \text{LogL}_t + \varepsilon_t$$

La variable Y représente le PIB total calculé aux prix de 1990. Il est donné par les Comptes de la Nation publiés par l'INS (l'Institut National des Statistiques de Tunis). L'absence de données statistiques sur les investissements dans le secteur informatique pour la période 1975-1996 nous amène à limiter notre étude à l'examen du secteur de la communication comme indicateur de l'évolution du stock de capital dans le secteur des TIC. Ainsi, nous avons supposé que le stock de capital en communication pour l'année 1974 est égal à la formation brute de capital fixe (FBCF) dans ce secteur. Par conséquent, la détermination du stock de capital pour la période 1975-2001 a été évaluée en faisant l'hypothèse que : $K_{t+1} = (1-\delta) K_t + \text{FBCF}_{t+1}$ où δ représentant le taux de dépréciation du stock de capital. Dans le secteur des communications, il est généralement admis que ce taux est proche de 1/8, tandis que pour le reste des secteurs nous avons retenu le taux habituel de 8 %.

Pour l'emploi dans le secteur TIC, nous nous limitons, faute de données plus précises, au stock de travail engagé dans le secteur de la communication en nous référant aux enquêtes et aux recensements de la population des années

⁴ Nous aurions pu également prendre comme cadre d'analyse "la frontière des possibilités de production" et décomposer également l'output en investissement TIC et hors TIC à l'instar de Jorgenson, Ho et Stiroh (2003) et Jorgenson (2001).

1975, 1980, 1984, 1989, 1994 et 1997 réalisées par l'INS. Pour les autres années, nous avons adopté pour certaines périodes un taux de croissance annuel arithmétique ou géométrique, selon l'importance du taux de croissance de la population occupée dans le secteur entre deux observations. Ce sont des séries de travail en effectifs et non en heures qui ont été retenues, ceci pour des raisons de disponibilités de données.

L'application de la méthode des MCO (moindres carrées ordinaires) à l'équation (1) nous donne une élasticité de la variable (KHTIC) théoriquement non significative et une valeur du test de Durbin-Watson qui ne nous permet pas de certifier l'inexistence d'auto-corrélation des erreurs. Pour cette raison nous introduisons, une variable dummy (notée D80) qui prend la valeur 0 entre 1981 et 1989 et 1 pour les années restantes. Il est, en effet, facile de remarquer pour cette période la non-stabilité des séries statistiques, que ce soit au niveau des investissements ou de la croissance économique.

Nous pouvons sur la base des remarques précédentes réécrire l'équation générique du modèle à estimer de la manière suivante :

$$(2) \text{Log } Y_t = \text{Log}A + \alpha_1 \text{Log } KTIC_t + \alpha_2 \text{Log } KHTIC_t + \beta \text{Log } L_t + \gamma D80 + \varepsilon_t$$

L'application de la méthode des MCO à cette équation nous permet d'obtenir les résultats suivants :

$$\text{Log}Y = 1,265 + 0,108 \text{Log } KTIC + 0,150 \text{Log } KHTIC + 0,756 \text{Log}L + 5,643E-02 D80$$

(2,409)** (7,203)* (2,317)** (4,871)* (4,084)*

$$R^2_{\text{aju}} = 0,997 ; D.W. = 1,877 ; F = 2420,2 ; \text{nombre d'observations} = 27$$

Les chiffres entre parenthèses indiquent la valeur du t de student. (*) et (**) indiquent que le seuil de significativité est respectivement inférieur à 1 % et 5 %.

Si l'on compare les coefficients du modèle, nous remarquons qu'ils sont plus élevés pour la variable HTIC que pour la variable TIC. On peut interpréter ce résultat de la manière suivante : à un taux de croissance du facteur capital égal dans les deux secteurs, ce sont les investissements dans les secteurs traditionnels qui ont le plus contribué à la croissance économique malgré le fait, comme nous l'avons montré précédemment, que le secteur TIC soit devenu plus dynamique ces dernières années.

Pour déterminer la contribution des TIC à la croissance tunisienne, nous adoptons la démarche suivante ; soit (λ) la valeur de cette contribution, (μ)

l'élasticité du PIB par rapport au facteur TIC et (π) le taux de croissance de ce facteur. On vérifie alors que $\lambda = \mu \pi$.

L'application de cette relation fait apparaître que pour la période 1995-1999 la contribution du secteur communication à la croissance en Tunisie est de l'ordre de 8,56 %, et de 8,34 % pour la période 1995-2001. Le tableau n° 4 permet de voir le positionnement de l'économie tunisienne en matière de TIC.

Tableau n° 4 : Comparaison de la contribution à la croissance des TIC aux États-Unis, en France et en Tunisie (%)

	Itic/Itot en 1999	Part de la croissance due au secteur TIC (1995-1999)	VAtic/PIB en 1998
États-Unis	8	33	8,66
France	3,9	20	5,26
Tunisie	5,3	8,56	2,9

Source : BIPE (2000) pour la France et les États-Unis.

Le tableau précédent indique que la contribution des TIC à la croissance du PIB en Tunisie est deux fois moins importante que celle de la France et ne représente que le quart de celle des États-Unis. Cet écart peut s'expliquer par trois arguments. Premièrement, nous avons réduit dans cette étude le secteur des TIC et celui de la communication ce qui peut induire une sous-estimation des résultats. Deuxièmement, il existe en Tunisie un marché non contrôlé mais important des équipements en télécommunications dont les statistiques officielles ne tiennent pas compte et qui contribue de manière indirecte à la croissance. Troisièmement, il apparaît surtout une corrélation importante entre l'effort déployé en termes d'investissements, la part dans le PIB et la contribution à la croissance des TIC qui classe les États-Unis et la France devant la Tunisie.

3. TIC ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE EN TUNISIE : DES CANAUX DE TRANSMISSION FAIBLEMENT UTILISÉS

Si les conclusions relatives au lien entre croissance économique, utilisation et adoption des TIC ont été largement discutées dans le cadre des pays industrialisés, elles nous paraissent revêtir une grande importance pour le processus de développement des PVD. L'examen et l'estimation de la contribution des TIC à la croissance tunisienne nous offrent un cadre d'analyse pertinent pour discuter de la manifestation des effets macro-économiques soulignés dans la première section.

3.1. Les effets multiplicateurs : un investissement important et en forte progression

Bien que le secteur TIC ne représentait que 2,9 % dans l'économie tunisienne, sa contribution à la croissance est assez élevée (8,6 %), ceci témoigne de l'existence d'effets multiplicateurs importants. Cependant, ces effets multiplicateurs sont largement inférieurs à ceux constatés dans des pays avec des niveaux d'adoption et de développement différents (France et États-Unis).

La part des investissements en communication par rapport à l'investissement total ou au PIB connaît une évolution exponentielle au cours des dernières années de la décennie 90. En termes absolus, le volume des investissements a quadruplé, alors qu'en termes relatifs il a augmenté de 61,1 % par rapport aux investissements totaux et il a plus que doublé par rapport au PIB. Probablement, ce canal de transmission a été le plus important durant la période étudiée en Tunisie. Mais le seuil critique est loin d'être atteint. En 2001, le secteur TIC a représenté 4 % de l'économie tunisienne et on se rapproche de la barre des 5 % permettant l'enclenchement des effets dynamiques (Pohjola, 2002).

3.2. Un effet déflateur non encore pleinement utilisé

Les écarts de prix des biens TIC entre les pays industrialisés (OCDE essentiellement) et les pays en développement sont relativement importants. Deux facteurs essentiels peuvent expliquer un tel écart. D'une part, la majorité des PVD importent les biens TIC. Ceux-ci sont soumis à une forte protection commerciale, ce qui contribue à limiter leur diffusion. Par ailleurs, l'absence des réformes dans le secteur des télécommunications conduit à constater la présence de monopoles, souvent peu efficaces et avec des schémas de tarification excessive. La conjugaison d'une baisse de la protection commerciale sur les biens TIC et une plus grande déréglementation du secteur des communications pourrait conduire à un effet déflateur plus important en Tunisie.

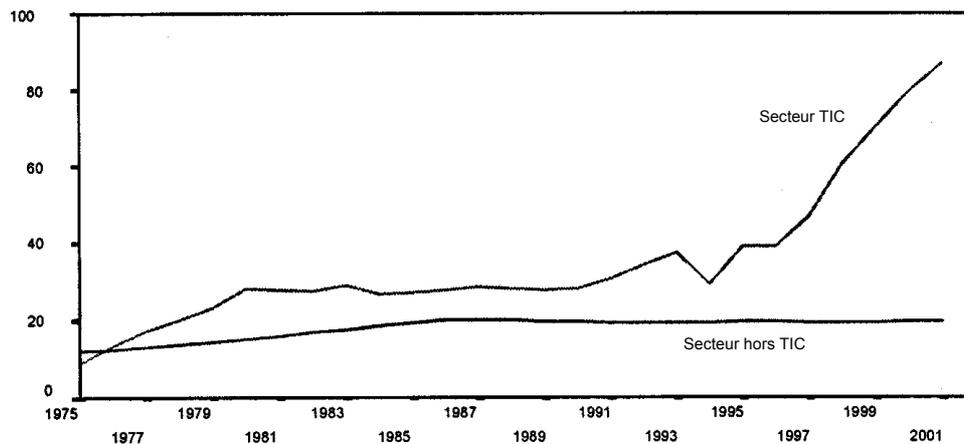
En effet, dans le secteur des communications, seule la téléphonie mobile a vu ses prix chuter suite à l'introduction d'un second opérateur privé. La baisse des prix dans le secteur de la téléphonie fixe est restée modérée. Les technologies de l'information sont quant à elles importées. La chute de leur prix à l'échelle internationale n'a pas été totalement répercutée sur le marché domestique. La signature des accords de libre-échange entre la Tunisie et l'Union européenne et le démantèlement tarifaire qui devrait s'accomplir en 2007, de même que la signature de l'accord volontaire de l'OMC relatif aux biens TIC permettant de limiter la protection commerciale excessive des importations des

TIC, pourraient conduire en Tunisie à une diminution importante du prix des biens informatiques permettant d'accélérer l'équipement des entreprises et des particuliers.

3.3. Un effet de substitution du capital au travail limité

Le troisième effet possible concerne les effets de substitution entre capital et travail suite à un investissement en TIC. Le faible niveau des investissements en TIC réalisés dans les différents secteurs de l'économie ne permet pas la manifestation de tels effets de manière sensible, notamment en présence d'un chômage important. La pénétration des TIC semble encore à un stade relativement précoce pour permettre d'engendrer des effets de substitution importants. Cependant, le phénomène de substitution entre capital et travail semble particulièrement net dans le secteur des TIC même comme l'atteste le graphique n° 1.

Graphique n° 1 : Évolution comparée de la substitution travail-capital entre le secteur TIC et les autres secteurs



Ceci a conduit à une amélioration substantielle de la productivité apparente du travail dans le secteur TIC. L'accroissement de l'efficacité des travailleurs dans le reste de l'économie reste tributaire de l'adoption massive des TIC et des innovations organisationnelles associées. Ceci peut passer par une dynamique des acteurs plus prononcée en termes d'alliances industrielles (Bellon, Ben Youssef et Plunket, 2002 ; Bellon et Ben Youssef, 2003) et/ou d'investissement en R&D (M'henni, 2003).

3.4. Un effet qualité peu évident à apprécier

Les évolutions technologiques dans le domaine des TIC ont été assez rapides sur les deux dernières décennies. Si, dans un premier temps, "la guerre des standard" a retardé leur diffusion à l'échelle internationale, on constate de nos jours, une amélioration continue de la qualité et une augmentation de la convergence vers un standard unique. Cette dynamique profite aux pays qui ont adopté en dernier les nouvelles technologies. L'amélioration continue de la qualité et des performances des TIC profite à la Tunisie comme à l'ensemble des PVD. Toutefois, l'effet qualité reste dépendant de l'état de la diffusion et de l'équipement en TIC des secteurs. En investissant dans les technologies de l'information et de la communication cela peut conduire les entreprises ou les administrations à améliorer leur mode de transactions en termes de facilité, de disponibilité, de gain de temps... De manière simultanée, on constate que les TIC créent de nouveaux besoins et donc de nouvelles opportunités d'affaires. Cet effet est pour l'instant difficile à saisir et mériterait un examen précis en prolongement de cette étude.

3.5. Un effet productivité globale des facteurs non perceptible

Le dernier effet concerne les effets potentiels des TIC sur la productivité globale des facteurs. Les études récentes (Morrisson et Talbi, 1999 ; Ghali et Mohnen, 2003) tendent à montrer que celle-ci n'a pas connue une accélération particulière en Tunisie. Ceci peut témoigner, d'une part, de la nécessité d'atteindre certains seuils critiques avant la manifestation des effets positifs et, d'autre part, de l'absence de modifications organisationnelles substantielles permettant d'améliorer l'efficacité des processus productifs. Le débat sur le paradoxe de la productivité a montré que les performances en termes de productivité n'ont été atteintes qu'après une longue période d'accumulation du capital TIC aux Etats-Unis. Or cette accumulation demeure encore faible en Tunisie !

Cependant, compte tenu des inefficiences initiales, les gains de productivité dus à l'utilisation des TIC peuvent s'avérer potentiellement supérieurs à ceux réalisés dans les pays du Nord. Les TIC pourraient permettre d'exploiter des gisements de productivité dans certains secteurs industriels peu performants. Toutefois, il faut garder à l'esprit que les effets des TIC dépendent de leur adoption par les agents économiques, de leurs capacités d'apprentissage, du capital humain et de l'organisation interne des firmes. Les TIC pourraient être l'occasion d'une remise à plat des conditions de travail et de l'organisation industrielle, d'une accélération des mécanismes de substitution capital/travail, favorisant la productivité.

CONCLUSION

Dans ce travail nous avons tenté de montrer en quoi les TIC peuvent permettre aux pays en développement d'accélérer leur croissance et de bénéficier d'effets externes positifs. Le retard initial en matière d'équipements, d'infrastructures et de capital humain peut s'avérer un handicap important de prime abord (Reiffers et Aubert, 2002). Les potentialités qu'offrent les TIC en tant que technologies génériques peuvent cependant aider à combler certains retards et favoriser la croissance. Les résultats empiriques obtenus dans le cas de la Tunisie sont assez illustratifs de ce point de vue : en dépit d'un faible niveau d'investissements en TIC (2,4 % du PIB en prix constant), ces dernières contribuent à hauteur de 3 % à la production nationale et expliquent 9 % de sa croissance sur la fin de la dernière décennie.

Les effets multiplicateurs des TIC paraissent à cet égard dominants. Les effets "déflateur", à court terme, et de substitution capital/travail, à moyen terme) offrent des possibilités qui pourraient être saisies. Les effets PGF et qualité sont peu perceptibles dans l'économie tunisienne à l'heure actuelle et supposent pour agir certaines modifications organisationnelles.

L'économie tunisienne demeure fondamentalement consommatrice et encore très peu productrice de TIC. L'atteinte d'un stade de développement plus avancé permettrait de mieux tirer avantage de l'utilisation de ces technologies. Ceci passe par une meilleure articulation entre les secteurs producteurs et les secteurs consommateurs et une plus grande diffusion des TIC dans le tissu économique. Ce travail demeure en l'état très limité et nécessiterait d'être complété dans au moins deux directions : d'une part, en offrant une meilleure évaluation des effets déflateur, capital *deepening*, qualité et PGF dus aux TIC, en utilisant les nouvelles approches statistiques définies par l'OCDE ; d'autre part, en essayant de comprendre en quoi les effets de réseaux contribuent à expliquer une part de la croissance dans les PVD (la taille du réseau pourrait constituer une variable significative).

RÉFÉRENCES

- Antonelli C., 2003, "The Digital Divide: Understanding the Economies of New Information and Communication Technology in the Global Economy", *Information Economics and Policy*, 15, 173-199.
- Artus P., 2000, "Nouvelle Économie, nouveaux problèmes", in *Espérances et menaces de la Nouvelle Économie*, Le Cercle des Économistes, Édition Descartes et Cie.
- Askenazy P., Gianella C., 2000, "Le paradoxe de la productivité : les changements organisationnels, facteur complémentaire à l'informatisation", *Économie et Statistique*, n° 339-340, 9/10.
- Bailey M., Lawrence R.Z., 2001, "Do we Have a New E-conomy?", *American Economic Review*, Vol. 91, n° 2, 308-312.
- Bailey M., 2000, "The New Economy: Post Mortem or Second Wind?", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 16, n° 2.
- Bellon B., Ben Youssef A., 2003, "Le comportement des industriels face au libre-échange euro-méditerranéen", in Regnault H. (éd.), *Intégration euro-méditerranéenne et stratégies économiques*, L'Harmattan.
- Bellon B., Ben Youssef A., Rallet A., 2003, *La nouvelle économie en perspective*, Economica, Paris.
- Bellon B., Ben Youssef A., Plunket A., 2002, "Les facteurs déterminants des alliances industrielles stratégiques Nord-Sud : quelques enseignements de l'expérience euro-méditerranéenne", *L'Industria*, n° 3, Juillet-Septembre.
- BIPE, 2000, "Les technologies de l'information et des communications et l'emploi en France", ministère de l'Industrie, Paris.
- Boudchon H., 2002, "Le choc de la nouvelle économie : une étude de cas sur cinq pays de l'OCDE", *Revue de l'OFCE*, n° 83, 245-289.
- Boyer R., 2002, *La croissance début de siècle. De l'octet au gène*, Albin Michel Économie.
- Bresnahan T., Trajtenberg M., 1995, "General Purpose Technologies: Engines of Growth", *Journal of Econometrics*, 65, 83-108.
- Bresnahan T., Brynjolfsson E., Hitt L.M., 2002, "Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Skilled Labor: Firm Level Evidences", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 117, n° 1, 339-376.

- Brynjolfsson E., Hitt L.M., 2000, "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, n° 4, 23-48.
- Cette G., Mairesse J., Kocoglu Y., 2000a, "Les technologies de l'information et de la communication en France : diffusion et contribution à la croissance", *Économie et Statistique*, n° 339-340, 2000-9/10.
- Cette G., Mairesse J., Kocoglu Y., 2000b, "La diffusion des technologies de l'information et de la communication en France : mesure et contribution à la croissance", in *Nouvelle Économie*, Rapport du Conseil d'Analyse Économique coordonné par Debonneuil M. et Cohen D., La Documentation Française.
- Cette G., Mairesse J., Kocoglu Y., 2003, "La contribution des TIC à la croissance potentielle", présenté au 53^e Congrès de l'AFSE, Paris, Septembre.
- Colecchia A., Schreyer P., 2001, "ICT Investment and Economic Growth in the 1990's: Is the United States a Unique Case?, A Comparative Study of Nine OECD Countries", Paris, http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm.
- David P.A., 2001, "Understanding Digital Technology's Evolution and the Path of Measured Productivity Growth: Present and Future in the Mirror of the Past", in Brynjolfsson E., Kahin B. (eds.).
- Didier M., Martinez M., 2000, "Le poids des technologies de l'information et de la communication dans le système productif", in *Nouvelle Économie*, Rapport du CAE, coordonné par Cohen D. et Debonneuil M., La Documentation Française.
- Dirk P., Lee F.C., 2001, "Productivity Growth in ICT-Producing and ICT-Using Industries: A Source of Growth Differentials in the OECD?", Paris, DSTI/DOC, 4, http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm.
- Feldstein M., 2003, "Why is Productivity Growing Faster?", *Journal of Policy Modeling*, 25, 445-451.
- Ghali S., Mohnen P., 2003, "The Evolution and Determinants of Frontier Total Factor Productivity Growth in Tunisia", Conférence FEMISE 2003, Marseille, 4, 5, 6 décembre.
- Gilles F., L'Horty Y., 2003, "La Nouvelle Économie et le paradoxe de la productivité : une comparaison France-États-Unis", in Bellon B., Ben Youssef A., Rallet A. (éds.), *La nouvelle économie en perspective*, Economica, Paris.

- Gollac M., Greenan N., Hamon-Cholet S., 2000, "L'informatisation de l'ancienne économie : de nouvelles machines, de nouvelles organisations et de nouveaux travailleurs", *Économie et Statistique*, n° 339-340, 171-201.
- Gordon R.J., 2000, "Does the 'New Economy' Measure Up to the Great Inventions of the Past?", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, n° 4, Fall, 49-74.
- Gordon R.J., 2002, "Technology and Economic Performance in the American Economy", *NBER Working Paper Series*, n° 8771.
- Gordon R.J., 2003, "Hi-Tech Innovation and Productivity Growth: does Supply Create its own Demand?", *NBER Working Paper Series*, n° 9437.
- Greenan N., L'Horty Y., Mairesse J., 2002, "La responsabilité des TIC surestimée", *Le 4 pages du CEE*, n° 52, Juillet.
- Helpman E., 1998, *General Purpose Technologies and Economic Growth*, The MIT Press, Cambridge.
- Jorgensen W.D., 2001 "Information Technology and the US Economy", *American Economic Review*, Vol 91, n° 1, 1-32.
- Jorgensen W.D., Stiroh K.J., 1995, "Computers and Growth", *Economics of Innovation and New Technology*, 3-4, 295-316.
- Jorgensen W.D, Stiroh K.J, 2001, "Raising the Speed Limit: US Economic Growth in the Information Age", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 125-211.
- Jorgenson W.S., Mun S. Ho, Stiroh K.J, 2003, "Lessons for Europe from the US Growth Resurgence", *CESifo Economic Studies Issue1/2003*.
- Mairesse J., 2003, "Y-a-t-il un paradoxe de la productivité?", in Bellon B., Ben Youssef A., Rallet A. (éds.), *La Nouvelle Économie en Perspective*, Economica.
- M'Henni H., 2003, "Mesure et déterminants de l'innovation : une analyse empirique sur un échantillon d'entreprises manufacturières tunisiennes", in Regnault H. (éd.), *Intégration euro-méditerranéenne et stratégies économiques*, L'Harmattan.
- Morrisson C., Talbi B., 1999, *La croissance de l'économie tunisienne en longue période*, Série "Croissance à long terme", Études du Centre de Développement, OCDE.

- Noll R. G., 2000, "Telecommunications Reform in Developing Countries", AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies.
- Nordhaus W.D., 2001, "Productivity Growth and the New Economy", *NBER Working Paper*, n° 8096, January.
- OCDE, 1999, "Measuring the ICT Sector", <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti/wp.htm>.
- Oliner S., Sichel D., 1994, "Computers and Output Growth Revisited: How Big is the Puzzle?", *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, 273-317.
- Oliner S., Sichel D., 2000, "The Resurgence of Growth in the Late 1990's: Is Information Technology the Story?", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, n° 4, 3-22.
- Petit P., 2003, "Les temps de la nouvelle économie", in Bellon B., Ben Youssef A., Rallet A. (éds.), *La Nouvelle Économie en Perspective*, Economica, Paris.
- Pohjola M., 2002, "The New Economy: Facts, Impacts and Policies", *Information Economics and Policy*, 14, 133-144.
- Quah D., 2001, "The Weightless Economy in Economic Development", in Pohjola M. (ed.), *Information Technology Productivity, and Economic Growth: International Evidence and Implications for Economic Development*, Oxford University Press, Oxford.
- Reiffers J.L., Aubert J.E., 2002, "Le développement des économies fondées sur la connaissance dans la région Moyen-Orient et Afrique du Nord : facteurs clés", World Bank Institute, www.femise.org.
- Triplet J.E., 1998, "The Solow Productivity Paradox: What do Computers Do to Productivity?", Working Paper of the Brookings Institution.
- UNDP, 1999, "New Technologies and the Global Race for Knowledge", *Human Development Report*, New York, chap. 2.
- UNDP, 2001, "Making New Technologies Work for Human Development", *Human Development Report*, New York.
- Von Tunzelman N., 2003, "Historical Coevolution of Governance and Technology in the Industrial Revolutions", *Structural Change and Economic Dynamic*, 14, 365-384.

ICT CONTRIBUTIONS TO ECONOMIC GROWTH: THE TUNISIAN CASE

Abstract - *The aims of this paper are to examine the impact of Information and Communication Technologies (ICT) on the growth of developing countries and especially on the Tunisian economy. The first part of the article summarizes the relationship between growth, productivity and ICT. We show that under some necessary conditions, ICT may boost growth in (the) developing countries. In the second part of the article, we assess the contribution of ICT to the growth of Tunisia due to ICT diffusion and adoption. We compare our econometric estimation to the results obtained in France and in the United States.*

LOS EFECTOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO: EL CASO DE TÚNES

Resumen - *Este artículo trata del impacto de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) sobre el crecimiento de los países en vía de desarrollo en general y sobre la economía tunesina en particular. En la primera parte tratamos de la relación de causalidad entre las TIC y el crecimiento económico. Identificamos cinco tipos de canales por los cuales las TIC pueden influenciar el crecimiento : el efecto multiplicador de inversión en las TIC, "el efecto desfavorecedor" que traduce la caída de los precios en el sector de las TIC, "el efecto intensificador de capital" que se refiere a la sustitución capital/trabajo después de las inversiones en las TIC, "el efecto productividad global de los factores" y "el efecto de calidad" que traduce la mejora de la calidad y la variedad de productos. En la segunda parte intentamos evaluar la contribución al crecimiento de la difusión de las TIC en Túnes. En la tercera parte mostramos que hoy en día sólo parece tener un verdadero papel el "efecto multiplicador de inversión" en las TIC. Una aceleración del crecimiento y de los resultados de la economía tunesina fundada en las TIC puede verse a corto plazo como una mejor toma en cuenta del efecto desfavorecedor.*